



TITLE:

森林の土壌呼吸に関する研究 (II) : 測定点数と測定日数について

AUTHOR(S):

千葉, 喬三; 入江, 洋四郎; 堤, 利夫

CITATION:

千葉, 喬三 ...[et al]. 森林の土壌呼吸に関する研究 (II) : 測定点数と測定日数について. 京都大学農学部演習林報告 1968, 40: 131-139

ISSUE DATE:

1968-11-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191459>

RIGHT:

森林の土壌呼吸に関する研究* (II)

測定点数と測定日数について

千葉喬三・入江洋四郎・堤利夫

A Study on the Soil Respiration of Forests (II)

Number of Plots and Days to Measure the Soil Respiration

Kyôzô CHIBA, Yôshiro IRIE and Toshio TSUTSUMI

目 次

要 旨	131	2-1 測定点数について	
はじめに	131	2-2 測定日数について	
1. 測定方法と測定場所	132	Résumé	139
2. 結果および考察	133		

要 旨

森林の土壌呼吸量測定に際して問題となる測定点間のバラツキと測定期間内の日別変動について若干の考察をおこなった。測定は京大演習林本部苗畑（京都市左京区）にあるカンレンボク模型林分とその隣接裸地、京大上賀茂試験地内ヒノキ林、滋賀県蒲生郡日野町のヒノキ林、ならびに奈良県吉野郡杉谷阪本財団林内のスギ林、ヒノキ林で1967年4月より同年12月まで行なった。

同一林分内での測定点間の変動係数は上賀茂ヒノキ林が最大で0.22~0.30、吉野スギ林の1つが最小で0.07~0.13であった。測定地の表層土壌中の礫や根の量の多少がこの変動係数の大小を生ずる原因の一つだと考えられる。信頼限界95%、抽出誤差20%で必要測定点数を推定すれば、上賀茂ヒノキのような相当バラツキの大きい林分でも最大10点をとればよいことがわかった。

比較的短い1回の測定期間の日別変動に強く影響するのは、降雨の有無とその間隔であり、降雨後土壌呼吸量は増加する。その増加のしかたは土壌によって異なるようである。各測定点の日別変化の変動係数は測定期間中降雨の多かった苗畑内カンレンボク模型林分の1つが最大で0.38、最小は降雨のなかった上賀茂ヒノキ林の1つで0.04であった。これより測定点数と同様に1回の必要測定日数を推定すると、通常の森林では最長6日間、苗畑のような場所では最長15日間となった。これらの推定に基づいて今回の土壌呼吸量測定結果と測定期間の平均気温との関係をみてみると、バラツキは依然残るものの各測定値をプロットする場合に比べれば非常に少なくなくその精度はずっとよくなる。安定した森林の土壌呼吸値を得るためには今後はさらに温度などの測定に検討を加えていく必要があると思われる。

は じ め に

土壌の表面から、あたかも土壌が呼吸作用を営んでいるように、間断なく炭酸ガスが大気中に放

* Contributions from JIBP-PT No. 41

出される現象はかなり古くから知られており、Lundegårdh¹⁾はこの現象を土壤呼吸 (Bodenatmung) と呼んだ。

いうまでもなく、土壤呼吸は土壤中でおこるすべての生物活動の結果をあらわすものである。従って、土壤呼吸は生態系学的にみて、植物群落の総生産を知る上で、あるいは根の呼吸を除けば、林床ならびに土壤中の有機物の分解速度をあらわしているはずであるから、いろいろな森林における土壤呼吸量の測定は重要な意味をもっている。しかしながら、われわれのもっているこの方面の知識は決して多くはない。

筆者らは、先に²⁾数種の異なった林地で土壤呼吸の通年測定を行ない、年間を通じてみれば、土壤呼吸量は平均気温の上昇にともなって指数函数的に増大することを報告した。

よく知られているように、土壤呼吸量は同じ林分内においてさえ、局部的にまたかなり短時間に相当変動の大きいものである。従って、先にわれわれの得た結果もその回帰式の適合性はよくない。そこで今回は、同一林分内での土壤呼吸量の平面的な、そして時間的な変動のおこり方を検討し、その結果を基準にして、今後土壤呼吸量を測定する際、安定した結果をうるために必要な測定点数と測定日数を知るための実験をおこなったのでその結果を報告する。

1. 測定方法と測定場所

測定方法は先の第1報と同様のものを用いた。すなわち、直径 19cm、高さ 18cm の蓋つき円筒を林床表面にさし込んで被い、この円筒内に 2N-KOH 液を入れた口径 4cm、高さ 9cm のビンを設置した。一定時間後にこのアルカリ溶液をとり出し、0.2N-HCl を用いて示差滴定によって吸収された CO₂ 量を求めた。

今回の測定は次の 4 ヵ所、7 林分で行なった。

1) 京都大学附属演習林本部苗畑内 (京都市左京区)

- カンレンボク (*Camptotheca acuminata Dence*) 模型林分 (4 年生)
- 同模型林分の隣接裸地

2) 京都大学附属上賀茂試験地内 (京都市北区)

- ヒノキ林 (天然生林)

3) 滋賀県蒲生郡日野町

- ヒノキ林 (人工林)

4) 奈良県吉野郡杉谷阪本財団林内

- スギ林-I (人工林 谷地形)
- スギ林-II (人工林 中腹)
- ヒノキ林 (人工林 尾根上)

測定は、その目的によって 3 種類に分けた。したがって測定日時も異なる場合があった。これを第

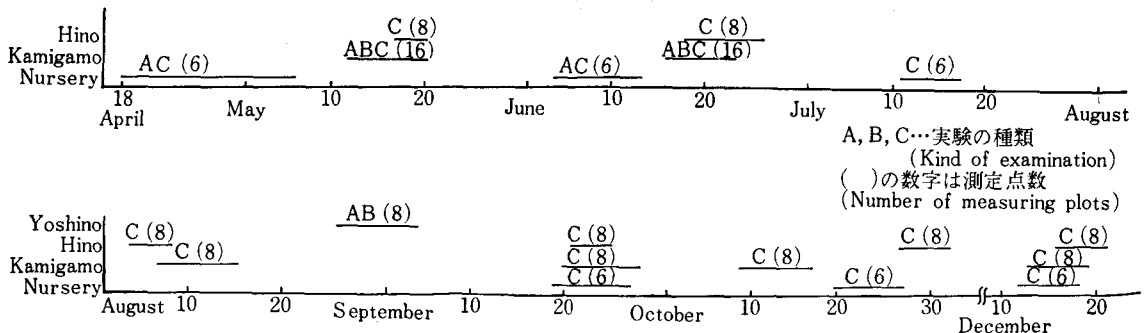


Fig. 1. Diagram of measuring soil respiration.

1 図に模式的に示した。すなわち、

A-実験：同一林分での土壤呼吸値のバラツキを検討するため、上賀茂試験地内ヒノキ林に16点、吉野スギ林-I、同スギ林-II、同ヒノキ林の各林分に8点ずつ測点を設置して24時間、単位面積あたり土壤呼吸量の変動をしらべた。

B-実験：同一地点における土壤呼吸量の日変化をみるために、A-実験を行なった林分のほかに演習林苗畑内のカンレンボク模型林分とその隣接裸地を加えて24時間ごとに測定をくりかえし連続8~19日間継続測定をした。

C-実験：気温と土壤呼吸量との関係を検討するために、上記両実験のほかに滋賀県日野町のヒノキ林における測定を追加した。なお、この場合気温とは測定地付近の測定期間中の最高気温と最低気温の平均値である。

2. 結果および考察

2.1 測定点数について

先に²⁾、土壤呼吸量は同一時間、同一林分内においても測定地点間相互に相当なバラツキを認めることができ、しかもそのバラツキはその測定地点固有のものであることを指摘しておいた。今回は、さらにこれを詳しく検討した(A-実験)。

上賀茂試験地ヒノキ林で1m 間隔で4行・4列のます目に16点設置、5月12日~5月20日、6月16日~6月23日の2回、また吉野の各林分に1m 間隔で1列に8点測定点を設置し、8月26日~9月4日の10日間それぞれ連続測定を行なった。この結果を頻度分布図に表わしたのが第2図である。

吉野の各林分では同一林分内の場所による土壤呼吸量の分布はほぼ正規分布するといえる。上賀茂のヒノキ林でも右端に1群があるようであるが、これも正規分布型といっているであろう。

一方、測定期間中の測定点間の呼吸量の差をあらわすものとして同一測定日の最高最低を比較してみると吉野のスギ-Iで1.6~2.2倍、同スギ林-IIでは1.2~1.5倍、同ヒノキ林で1.5~1.8倍であり、上賀茂のヒノキ林で2.2~3.1倍で吉野の各林分に比べてその差がずっと大きい。そこで、各林分内の測定点の分散状態

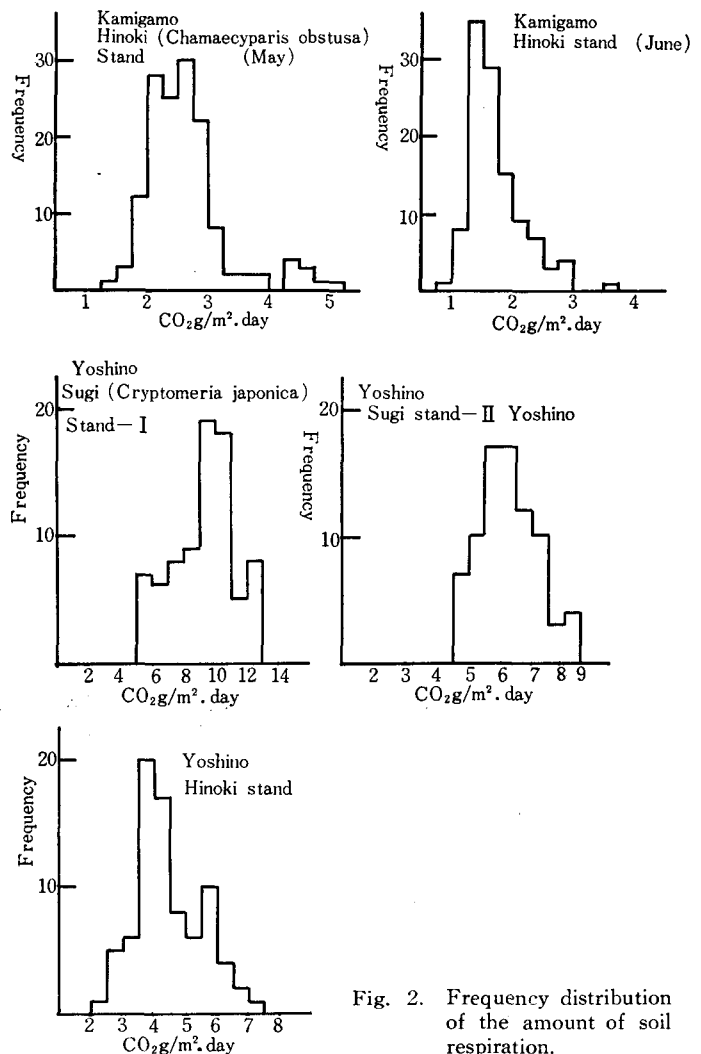


Fig. 2. Frequency distribution of the amount of soil respiration.

を知るために変動係数を求めた。(第1表)

Table 1. Coefficient of variation between plots and number of necessary plots

$$u = \left(\frac{t \cdot CV}{p} \right)^2, \quad (t=2, p=0.2)$$

(Kamigamo)

Date	13 May	14	15	16	17	18	19	20	16 June	17	18	20	21	22	23
\bar{x}	71.9	76.9	79.0	74.0	67.3	73.2	68.3	77.5	64.9	47.6	48.1	47.4	43.8	43.6	43.5
S	21.26	23.47	20.00	16.47	15.84	16.56	18.82	18.97	11.69	11.73	12.00	11.89	12.47	10.33	9.69
CV	0.296	0.305	0.253	0.223	0.235	0.226	0.276	0.245	0.180	0.246	0.249	0.251	0.285	0.237	0.223
u	8.8	9.3	6.4	5.0	5.5	5.1	7.6	6.0	3.2	6.1	6.2	6.3	8.1	5.6	6.0

(Yoshino)

Date		26 Aug.	27	28	29	30	31	1 Sept.	2	3	4
\bar{x}	Sugi stand-I	243.1	250.9	233.5	234.8	265.1	264.2	281.7	286.9	274.2	294.7
	Sugi stand-II	189.5	180.7	157.6	145.6	164.0	178.3	180.0	192.1	175.7	208.1
	Hinoki stand	126.7	120.7	100.9	90.8	117.5	139.4	135.9	145.4	129.8	152.0
S	Sugi stand-I	51.96	61.25	54.41	56.29	68.68	55.98	59.12	48.26	47.74	43.71
	Sugi stand-II	23.21	14.20	14.73	14.89	11.19	18.31	21.96	20.75	22.40	25.41
	Hinoki stand	24.37	23.07	17.63	16.43	23.00	25.69	24.28	31.62	30.03	33.53
CV	Sugi stand-I	0.214	0.244	0.233	0.240	0.259	0.212	0.210	0.168	0.174	0.148
	Sugi stand-II	0.122	0.079	0.093	0.102	0.068	0.103	0.123	0.108	0.128	0.122
	Hinoki stand	0.192	0.191	0.175	0.181	0.196	0.184	0.179	0.217	0.231	0.221
u	Sugi stand-I	4.6	6.0	5.4	5.7	6.7	4.5	4.4	2.8	3.0	2.2
	Sugi stand-II	1.5	0.6	0.9	1.0	0.5	1.1	1.5	1.2	1.6	1.5
	Hinoki stand	3.7	3.7	3.0	3.3	3.8	3.4	3.2	4.7	5.3	4.9

測定期間中変動係数は吉野のスギ林-Iで0.16~0.25, 同スギ林-IIで0.07~0.13, 同ヒノキ林で0.18~0.23, また上賀茂のヒノキ林で0.22~0.30の値を示す。この変動係数と呼吸量そのものの大きさとの間には第3図にみられるように関係を確認されない。

次に、円筒を設置した場所の表層土の状態をみてみると、吉野のスギ林-IIでは風乾した一定容積土壌中に礫を約20%含み、同スギ林-IIでは礫をほとんど含まず、同ヒノキ林ではササの地下茎、細根が多く礫も15~20%含む。上賀茂のヒノキ林では根が表層近くに集っている上に礫の含有率が高く30~50%含んでいる。これらの表層土の状態を変動係数とをつきあわせてみると、上賀茂のヒノキ林、吉野スギ林I,

同ヒノキ林にみられるように表層土中に礫、根の多い場所では変動係数が大きくなっている。表層土に礫、根が多いと円筒のさし込み方が不均一になりやすく、植生、地形による根の分布や温度、水分、有機物などに基づく影響と併せて測定点間のバラツキを生ずる原因になっていると考えられる。

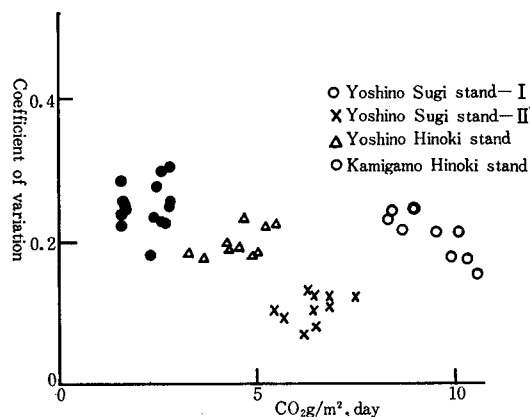


Fig. 3. Relationship between coefficient of variation among plots and soil respiration.

実際に、あるまとまった林分での代表値を得るために必要な測定点数を上記の変動係数を用いて信頼限界95%、抽出誤差20%の精度で求めると第1表のようになる。すなわち、測定点数は吉野スギ林-IIでは3~6点、同スギ林IIでは1~2点、同ヒノキ林では3~6点となり、上賀茂ヒノキ林では4~10点必要であることがわかる。今回測定を行なった上賀茂のヒノキ林のような測定点間のバラツキの大きい林分でも測定点数は最大10点とればかなりの精度で、代表値をうることができることが判明した。

2.2 測定日数について

前項において林分内での測定点間のバラツキを24時間毎の測定値に基づいて考察した。土壌呼吸値はこのような場所でのバラツキの他に、時間的にもかなり短期間の間に変動することが知られている³⁾。従って同一地点での日別変動を検討し、それに基づいて1回の測定日数を考察しておく必要がある。この目的のためにB-実験を計画した。

測定は、前述の吉野スギ林-I、同スギ林-II、同ヒノキ林の各林分で8点ずつ8月26日から9月4日まで、上賀茂ヒノキ林で16点、5月12日~5月20日と6月16日~6月23日の2回、演習林本部苗畑カンレンボク模型林分とその隣接裸地で各6点ずつ、4月18日~5月6日と6月4日~6月13日の2回、それぞれ24時間ずつに区切って連続測定を行なった。

測定期間中の日別推移を第4図に示す。これより、演習林本部苗畑のカンレンボク模型林分とその隣接裸地、吉野の各3林分は上賀茂のヒノキ林分に比較して日別変動が大きいといえる。この変動に

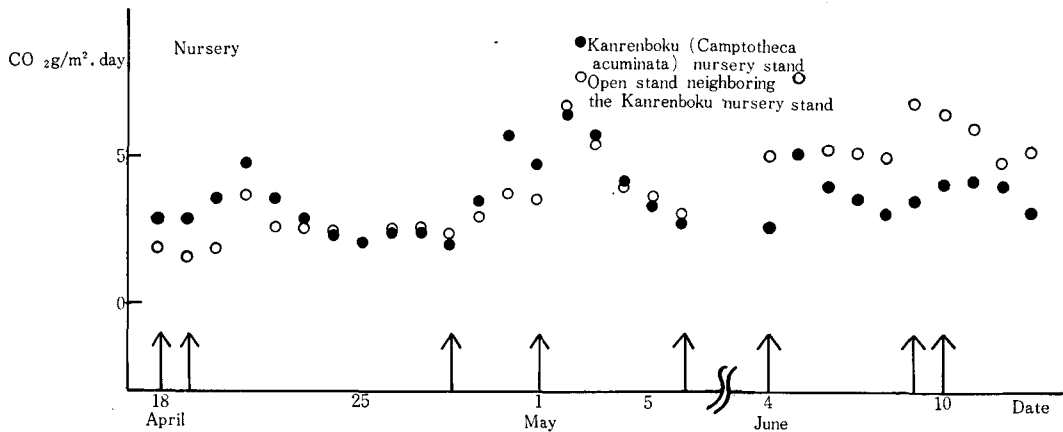
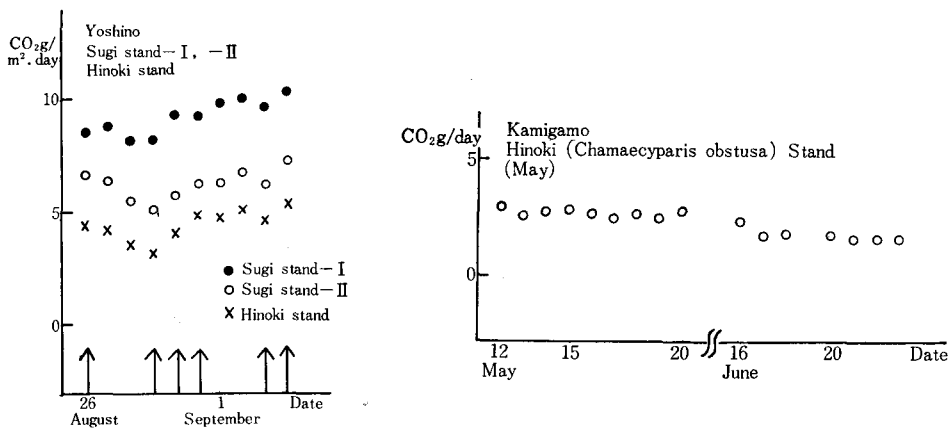


Fig. 4. Daily fluctuation of soil respiration. (↑) Shows rain-fall.



関係する要因として考えられるのは、第4図からわかるように吉野の3林分、苗畑の模型林分とその隣接裸地のように隣接する場所での日別変動のあらわれ方が、ほとんど平行して動くという事実である。このことは日別変動が各林分ごとにそれぞれ異なるミクロな要因の変化に関係したものではなくて、もっと広域にわたって作用する要因によるものであると推測される。このような要因として、気温、降水などの気象条件の変化が考えられる。気温と土壌呼吸の関係については先の報告で述べたように、1年間ぐらいの長期間にわたって測定すればかなり密接な関係を見い出せるが本実験のような短期間では、毎日の平均気温と土壌呼吸量の間にはそのような関係は見出し難い。

さらに降水と土壌呼吸の関係をみるために、各測定期間中の日別土壌呼吸量の変動係数を求めた。(第2表) 演習林本部苗畑での4月から5月にかけての測定期間は長いので、一応平均気温の大きく変る4月28日までと、それ以後の2つのグループにわけて計算した。これによると、演習林苗畑カンレンボク模型林分6点については、4月18日～4月28日の間で0.12～0.38、4月29日～5月6日の間で0.24～0.35、6月4日～6月13日の間で0.16～0.21となり、同模型林分隣接裸地については、4月

Table 2-1 Coefficient of daily fluctuation and number of necessary plots

$$u = \left(\frac{t \cdot CV}{P} \right)^2 \quad (t=2, p=0.2)$$

(Kanrenboku nursery stand)

plot No.		1	2	3	4	5	6
18 April	\bar{x}	95.2	101.1	93.8	83.2	62.0	61.4
}	S	36.24	36.26	32.34	25.04	13.54	7.57
28 April	CV	0.381	0.359	0.345	0.301	0.218	0.123
	u	14.5	12.9	11.9	9.0	4.8	1.5
29 April	\bar{x}	147.89	147.78	153.88	—	113.14	99.55
}	S	51.33	45.97	52.06	—	28.66	24.20
6 May	CV	0.347	0.311	0.338	—	0.253	0.243
	u	12.0	9.7	11.4	—	6.4	5.9
4 June	\bar{x}	108.27	108.24	103.45	107.33	104.36	112.89
}	S	18.94	18.85	16.07	22.16	16.54	21.53
13 June	CV	0.175	0.174	0.155	0.206	0.159	0.191
	u	3.1	3.0	2.4	4.3	2.5	3.6

(Open stand adjacent the Kanrenboku nursery stand)

plot No.		1	2	3	4	5	6
18 April	\bar{x}	61.4	76.4	69.0	74.3	50.1	81.1
}	S	14.22	24.05	18.51	17.28	17.76	20.60
28 April	CV	0.232	0.315	0.268	0.233	0.354	0.254
	u	5.4	9.9	7.2	5.4	12.6	6.4
29 April	\bar{x}	100.7	137.1	—	—	118.6	120.1
}	S	30.67	49.84	—	—	43.99	41.09
6 May	CV	0.296	0.364	—	—	0.371	0.342
	u	8.7	13.2	—	—	13.8	11.7
4 June	\bar{x}	137.1	165.2	149.4	203.0	160.2	169.3
}	S	26.44	30.84	24.12	29.67	33.92	28.94
13 June	CV	0.193	0.187	0.161	0.146	0.212	0.171
	u	3.7	3.5	2.6	2.1	4.5	2.9

(Hinoki Stand in Kamigamo)

plot No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13 May } 20 May	\bar{x}	74.7	68.4	81.0	95.0	63.0	66.4	67.8	78.0	63.0	60.6	58.0	71.6	66.0	58.6
	S	8.38	9.72	5.64	7.27	9.13	14.22	3.16	7.22	5.97	7.80	6.55	6.81	6.54	7.27
	CV	0.112	0.142	0.070	0.077	0.145	0.214	0.047	0.093	0.095	0.129	0.113	0.095	0.099	0.124
	u	1.3	2.0	0.5	0.6	2.1	4.6	0.2	0.9	0.9	1.7	1.3	0.9	1.0	1.5
16 June } 23 June	\bar{x}	43.2	40.2	44.7	53.4	41.2	50.3	43.3	61.9	46.1	36.5	34.9	40.9	39.2	33.3
	S	3.32	2.37	4.06	4.85	3.47	2.64	2.34	5.53	3.28	1.72	6.74	3.88	1.43	2.67
	CV	0.077	0.059	0.091	0.091	0.084	0.053	0.054	0.089	0.071	0.047	0.193	0.095	0.037	0.080
	u	0.6	0.3	0.8	0.8	0.7	0.3	0.3	0.8	0.5	0.2	3.7	0.9	0.1	0.6

(Yoshino)

15	16	plot No.		1	2	3	4	5	6	7	8	
73.0	131.2	26 Aug } 4 Sept	Sugi stand-I	\bar{x}	192.5	279.5	186.9	255.6	281.3	334.5	262.6	318.1
7.45	8.52			S	43.29	28.47	21.78	21.60	11.90	23.95	20.42	28.39
0.102	0.065			CV	0.225	0.102	0.117	0.085	0.042	0.072	0.078	0.089
1.0	0.4			u	5.1	1.0	1.4	0.7	0.2	0.5	0.6	0.8
44.4	77.0		Sugi stand-II	\bar{x}	179.1	158.9	189.7	170.0	193.1	149.8	170.1	195.6
3.41	6.03			S	26.32	16.94	26.58	13.58	18.97	11.91	24.85	19.09
0.077	0.078			CV	0.147	0.107	0.140	0.080	0.098	0.080	0.146	0.098
0.6	0.6			u	2.2	1.1	2.0	0.6	1.0	0.6	2.1	1.0
			Hinoki stand	\bar{x}	102.8	113.3	117.6	108.4	104.8	139.3	158.7	161.6
				S	17.75	23.80	17.66	10.28	16.49	25.81	24.90	33.31
				CV	0.173	0.210	0.150	0.095	0.157	0.185	0.157	0.206
				u	3.0	4.4	2.3	0.9	2.5	3.4	2.5	4.2

18日～4月28日の間で0.23～0.35, 4月29日～5月6日の間で0.30～0.37, 6月4日～6月13日の間で0.15～0.21の値を示す。吉野のスギ林-Iについてみれば0.04～0.23, 同スギ林-IIでは0.08～0.15, 同ヒノキ林では0.1～0.21の値を示す。上賀茂ヒノキ林についてみれば, 5月13日～5月20日の間で0.05～0.21, 同6月16日～6月23日の間で0.04～0.19の値になる。このように測定期間中に降水のあった演習林苗畑と吉野の変動係数が, 降水のなかった上賀茂試験地のそれより大きい。また変動係数と土壌呼吸量の大小とは無関係である。以上のことから日別変動の大きな要因として降雨による影響が考えられる。第4図にみられるように, 苗畑の各林分, 吉野の各林分の土壌呼吸値は降雨後増加している。このことをさらに明

らかにするために, 降雨前日の土壌呼吸量を横軸に, その降雨後の呼吸量の最大値を縦軸にとったものが第5図である。この図からわかるように, 演習林苗畑のカンレンボク模型林分とその隣接裸地とも降雨によってその後の土壌呼吸の最大値は比例的に増加し, その増加率は同林内, 隣

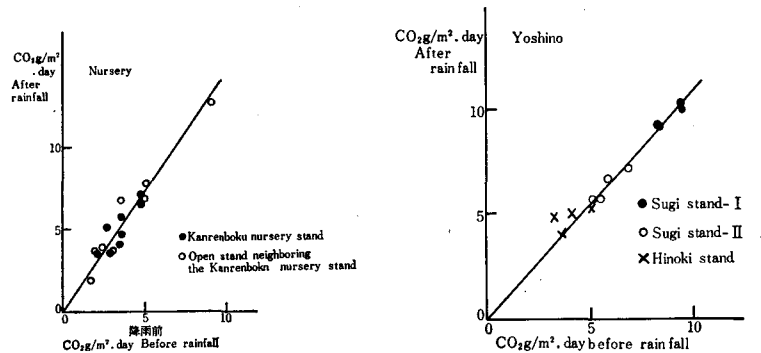


Fig. 5. Relationship between amounts of soil respiration before a rain fall and after the rain-fall in a same stand.

接裸地とも同じではば 1.45 である。同様の傾向は、やはり測定期間中降雨のあった吉野の各林分でも認められ、その増加率は約 1.15 である。いいかえれば、演習林苗畑では降雨あれば土壌呼吸量は増加しはじめ1〜2日で降雨前の土壌呼吸量の約 1.5 倍にあたる最大値を示すことがわかる。吉野の各林分ではこの最大値は降雨前の約 1.2 倍である。この増加率のちがいは恐らく土壌構造や降雨前の土壌水分含有率などに由来する各土壌自体のもつ特性であろう。以上の考察により短期間での土壌呼吸量の日別の変動は気温ではなく降雨とその間隔に強く影響されることがわかった。

実際に、ある時期の日別変動を考慮した土壌呼吸値を得るための測定日数は、先にもとめた変動係数を用いて信頼限界 95%、抽出誤差 20% の精度で求めると第 2 表のようになる。上賀茂ヒノキ林では 1 日〜4 日間、吉野の各林分では 1 日〜6 日だったのに対して演習林本部苗畑カンレンボク模型林分では 2 日〜15 日間、同隣接裸地では 3 日〜14 日間に達する。このように必要測定日数が上賀茂ヒノキ林や吉野の各林分のような森林をなしている場所に比べて苗畑カンレンボク模型林分とその隣接裸地のような場所ですっと多くなることは、その原因はわからないが興味深い。いずれにしても、通常われわれが森林と呼ぶ場所では最長 6 日間連続測定すればかなりの精度で平均値が求まることがわかった。演習林苗畑のような場所ではその日数はずっと多くなり最長15日間連続することが必要である。

以上 (2.1), (2.2) の両項でフィールドにおいて土壌呼吸測定をする際に測定地点による変動と日別変動を考慮した平均値を得るための考察をおこなった。ここで得られた結果を用いて苗畑カンレンボク模型林分と同隣接地、それに日野ヒノキ林上賀茂ヒノキ林での土壌呼吸量と平均気温とを図に描くと

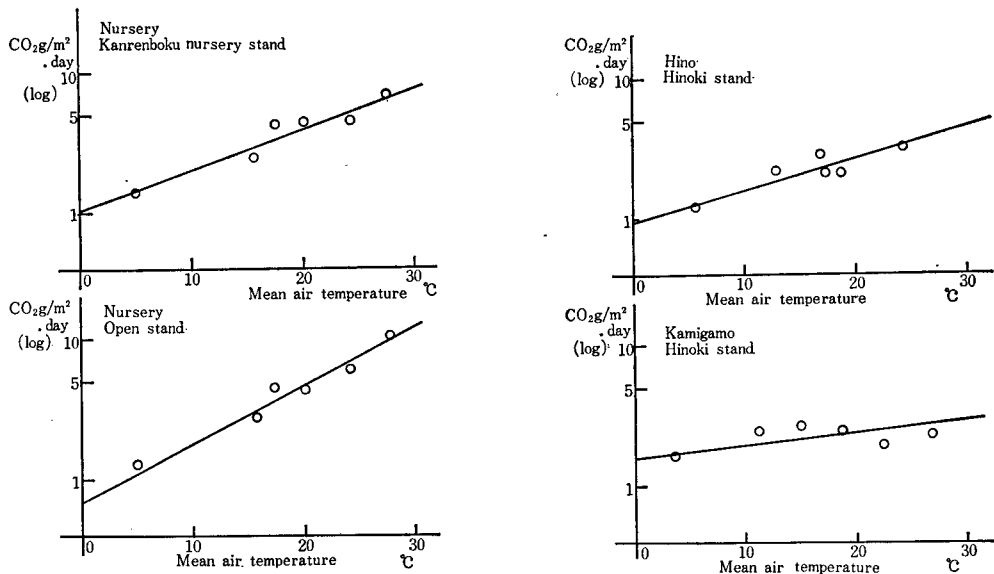


Fig. 6. Relationship between mean air temperature and soil respiration.

第 6 図のようになる。この図からわかるように予想されたよりはずっとそのバラツキは大きいしその勾配もかなり異なるようである。各測定地の 6 回の全測定が必ずしも (2.1), (2.2) で求めた条件を満足していないことによるのかもしれないが、もっと一般的に言って実際に土壌呼吸量と密接な関係をもつのは平均気温ではなくて、地温とその温度変化だと思われる。横軸に平均気温を用いている限りこのバラツキは依然として残るであろう。しかしながら、1 回ずつの測定値をプロットした場合に比べれば、そのバラツキは非常に少なくなる。従って、適当な測定点数と測定日数をとれば、土壌呼吸値の測定精度はずっとよくなるだろう。今回の土壌呼吸測定と同年に日野のヒノキ林で年間落葉落枝量が測られているので⁴⁾比較のため日野のヒノキ林について第 6 図の直線にもとづいて年間の土壌

呼吸量を計算すると、年間落葉落枝量 $252.0 \text{ g dry matter/m}^2 \cdot \text{year}$ に対して、土壌呼吸量は $742.6 \text{ g CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{year}$ となった。

今後いろいろな森林の土壌呼吸量を測定する際、今回検討した測定点数、測定日数を整えることとともにさらに測定時の温度の測定の仕方についても検討しなければならないであろう。

文 献

- 1) Lundegårdh, H. : Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben, 5 Auflage Jena, (1957)
- 2) 千葉喬三, 堤利夫 : 森林の土壌呼吸に関する研究 (I), 土壌呼吸と気温の関係について, 京大演報, **39**, (1967)
- 3) Harber, W. : Ökologische Untersuchung der Bodenatmung, Flora, **146**, (1958)
- 4) 斎藤秀樹, 四手井綱英 : 日野ヒノキ林の落葉落枝について (未発表)

Résumé

Two important subjects for measuring the soil respiration of forests, a variation in the amount of soil respiration among plots within a stand and daily fluctuations of amount of soil respiration for short periods of time were studied.

The experiments were carried out, between April and December 1967, on 3 Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) stands, two Sugi (*Cryptomeria japonica*) stands, a Kanrenboku (*Camptotheca acuminata*) nursery stand, and an open stand adjacent to the Kanrenboku stand.

The Hinoki stands were at Yoshino in Nara, at Hino in Shiga, at the Kamigamo Experimental Forest in Kyoto. The Sugi stands were at Yoshino in Nara. The Kanrenboku stand and the open stand were in the Experimental Nursery in Kyoto.

The largest coefficient of variation between plots within a stand was 0.22–0.30 in the Hinoki stand in the Kamigamo Experimental Forest, and the smallest was 0.07–0.13 in one of Sugi stands in Yoshino. The gravel and root contents in the surface soils seemed to be one of the important factors affecting the value of the coefficient. According to our estimation 10 measuring plots even in the Hinoki stand in Kamigamo have been sufficient to estimate within 95% confidence limits and with 20% sampling error.

Concerning with the daily fluctuation, a rain fall would bring about great fluctuations for a short period. The amount of soil respiration increased subsequently to the rain falls, though the rate of increase differed among the stands. In daily amount of soil respiration, the largest coefficient of variation was 0.38 in a plot in the Kanrenboku stand, and the smallest was 0.04 in a plot in a Hinoki stand in Kamigamo, where there was no rain fall during the measuring period. According to our estimation, measurement for soil respiration for 6 successive days in usual forests would suffice. In an unusual stand, like the kanrenboku stand, however 15 days would be necessary.

In order to investigate soil respiration more thoroughly, the above results can be applied to further clarify the relationships between soil respiration and mean air temperature.